

Pematahan Dormansi dan Perkecambahan Biji Kopi Arabika (*Coffea arabica* L.) dengan Asam Sulfat (H_2SO_4) dan Giberelin (GA_3)

Devi Lestari¹, Riza Linda¹, Mukarlina¹

¹Program Studi Biologi, Fakultas MIPA, Universitas Tanjungpura, Jl. Prof. Dr. H. Hadari Nawawi, Pontianak
Email korespondensi: devilestari411@yahoo.com

Abstract

Arabica coffee (*Coffea arabica* L.) is one of the commodities with a high economic value. The production of the arabica coffee plant (*C. arabica* L.) is influenced by seed dormancy. This research aimed to find out the effect of sulfuric acid (H_2SO_4) and gibberellin (GA_3) in accelerating the dormancy breaking and germination of the seeds of arabica coffee (*C. arabica* L.). This research used a completely randomized design (CRD), which consisted of two factors. The first factor was the concentration of H_2SO_4 consisting of 5 treatments, i.e. the concentration of 0% (A0), 5% (A1), 10% (A2), 15% (A3), and 20% (A4). The second factor was the concentration of 0 ppm GA_3 (B0), 20 ppm (B1), 40 ppm (B2), 60 ppm (B3), and 80 ppm (B4). Each treatment was repeated 3 times, so 75 experimental units were obtained. Data were analyzed using ANOVA (Analysis of Variance) and a further test using the Duncan test. The research findings showed that the treatment of sulfuric acid (H_2SO_4) at a concentration of 10% was the best concentration for accelerating the growth of the seed of arabica coffee (*C. arabica* L.) with a percentage of 57.18%. The combination of sulfuric acid (H_2SO_4) of 10% and gibberellin (GA_3) of 40 ppm was the best concentration for the growth of germination of arabica coffee (*C. arabica* L.) with a percentage of 38%.

Keywords: Seed dormancy, Arabica coffee (*C. arabica* L.), sulfuric acid (H_2SO_4), Gibberellin (GA_3)

PENDAHULUAN

Kopi arabika (*Coffea arabica* L.) merupakan tanaman perkebunan yang menjadi komoditas pertanian berperan penting dalam mendukung kehidupan perekonomian masyarakat. Indonesia merupakan negara produsen kopi ketiga setelah Brazil dan Vietnam (Direktorat Jendral Perkebunan, 2011). Kalimantan Barat merupakan salah satu daerah penghasil kopi dengan hasil sekitar 3.841 ton pertahun (Dinas Perkebunan, 2014).

Kopi arabika (*C. arabica* L.) dapat diperbanyak melalui cara vegetatif dan generatif. Perkembangbiakan secara generatif memiliki kekurangan yaitu membutuhkan waktu perkecambahan biji yang lama, sehingga mempengaruhi produksi tanaman kopi (Muljana, 1983). Proses perkecambahan biji dipengaruhi oleh beberapa faktor diantaranya dormansi biji. Dormansi merupakan suatu keadaan biji yang mengalami masa istirahat dan sulit berkecambah walaupun pada lingkungan yang memungkinkan untuk tumbuh. Pematahan dormansi perlu

dilakukan untuk mempercepat perkecambahan dapat dilakukan secara fisika dan kimia.

Menurut Dodo *et al.* (2009) metode yang sering digunakan dalam pematahan dormansi biji yaitu dengan pelukaan, perendaman air panas, dan skarifikasi dengan menggunakan larutan asam. Salah satu larutan asam yang digunakan adalah asam sulfat (H_2SO_4). Senyawa H_2SO_4 dapat melunakkan lapisan lilin pada kulit biji yang keras, sehingga lebih permeabel terhadap air (Sutopo, 2004). Penelitian dengan perlakuan perendaman biji merau (*Intsia bijuga*) menggunakan H_2SO_4 pekat dengan lama waktu 20 dan 40 menit daya berkecambah sebesar 98,33% (Dodo *et al.*, 2009). Menurut Lensari (2009) Perlakuan pematahan dormansi benih angkana (*Pterocarpus indicus* Will.) dengan perendaman H_2SO_4 1% selama 24 jam menghasilkan daya berkecambah 100%.

Pematahan dormansi biji dapat dilakukan dengan menggunakan hormon giberelin (GA_3). Senyawa GA_3 dapat memacu aktivitas enzim hidrolitik sehingga tersedia nutrisi yang cukup untuk tunas tumbuh lebih cepat. Hasil penelitian Murni *et al*

(2008), menunjukkan pemberian GA_3 100 ppm dan 150 ppm menghasilkan daya kecambah biji duku (*Lansium dooko* Giff) lebih dari 60%. Perkecambahan biji kopi arabika (*C. arabika* L.) pada konsentrasi H_2SO_4 20% dan konsentrasi air kelapa 100 % menghasilkan rerata daya kecambah 86,66% (Hedty *et al.*, 2014).

Berdasarkan penelitian tersebut diketahui bahwa perlakuan yang menggunakan kombinasi H_2SO_4 dan air kelapa kurang efektif, maka perlu dilakukan penelitian lebih lanjut untuk pertumbuhan awal tanaman kopi arabika (*C. arabika* L.) dengan menggunakan kombinasi H_2SO_4 dan GA_3 untuk pematangan dormansi dan mempercepat perkecambahan biji. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh pemberian H_2SO_4 dan GA_3 dalam mempercepat pematangan dormansi dan perkecambahan biji tanaman kopi arabika (*C. arabika* L.)

BAHAN DAN METODE

Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini akan dilaksanakan selama tiga bulan dari Maret 2015 sampai Mei 2015, di Laboratorium Biologi dan Rumah Kasa Jurusan Biologi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Tanjungpura Pontianak Kalimantan Barat.

Bahan

Bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah aquades, biji kopi arabika (*C. arabika* L.), larutan asam sulfat (H_2SO_4), dan giberelin (GA_3).

Rancangan Penelitian

Penelitian ini menggunakan rancangan acak lengkap (RAL) pola faktorial yang terdiri dari dua faktor. Faktor pertama yaitu konsentrasi H_2SO_4 yang terdiri atas 5 perlakuan yaitu konsentrasi 0% (A0), 5% (A1), 10% (A2), 15% (A3), dan 20% (A4). Faktor kedua yaitu konsentrasi GA_3 yang terdiri atas 5 perlakuan yaitu 0 ppm (B0), 20 ppm (B1), 40 ppm (B2), 60 ppm (B3), dan 80 ppm (B4). Perlakuan masing-masing diulang sebanyak 3 kali, sehingga diperoleh 75 unit percobaan.

Pemilihan Biji

Biji kopi yang dikecambahkan adalah biji yang masak dan berkualitas baik yaitu biji yang besarnya sama, serta terbebas dari hama dan penyakit. Biji kopi yang digunakan terlebih dahulu dibersihkan dari daging buahnya, kemudian direndam di dalam wadah yang berisi

air, biji kopi yang dipilih adalah biji kopi yang tenggelam.

Pembuatan konsentrasi Larutan

Asam Sulfat (H_2SO_4) dan Giberelin (GA_3)

Pembuatan larutan H_2SO_4 konsentrasi 25% dilakukan dengan mengencerkan H_2SO_4 pekat sebanyak 25.51 ml, kemudian ditepatkan akuades sampai volume 100 ml. Larutan yang didapat merupakan larutan stok awal. Untuk pembuatan H_2SO_4 dengan konsentrasi 20% dipipet sebanyak 80 ml dari larutan stok awal kemudian ditepatkan dalam akuades sampai volume 100 ml. Larutan stok yang diambil dapat dihitung dengan rumus pengenceran $V_1 \cdot M_1 = V_2 \cdot M_2$ (Indrianto, 1990)

Pembuatan larutan GA_3 konsentrasi 100 ppm, yaitu dengan menimbang GA_3 sebanyak 100 mg, kemudian dilarutkan dalam 1000 ml akuades. Larutan yang diperoleh merupakan stok awal. Untuk Pembuatan GA_3 dengan konsentrasi 80ppm dipipet sebanyak 80 ml dari larutan stok awal, kemudian dilarutkan dalam akuades sampai volume 100 ml. Larutan stok yang diambil dapat dihitung dengan rumus pengenceran $V_1 \cdot M_1 = V_2 \cdot M_2$ (Indrianto, 1990).

Perlakuan Perendaman

Biji kopi (*C. arabika* L.) sebanyak 15 biji diletakkan dalam gelas piala 100 ml yang berisi volume 20 ml H_2SO_4 direndam selama 25 menit sesuai konsentrasi yang telah ditentukan. Selanjutnya dicuci dengan akuades, kemudian biji dipindahkan ke dalam larutan GA_3 dengan volume 20 ml sesuai konsentrasi masing-masing perlakuan selama 25 menit.

Media Perkecambahan Biji

Media perkecambahan biji yaitu menggunakan tanah gambut dan pupuk kandang dengan perbandingan 1:1. Setelah media dicampur kemudian dimasukkan ke dalam polibag ukuran 1 kg, selanjutnya biji kopi dimasukkan sebanyak 1 buah pada setiap polibag.

Pemeliharaan Tanaman

Biji kopi yang telah dimasukkan dalam media tanam, kemudian diletakkan pada tempat yang ternaungi. Penyiraman tanaman dilakukan sebanyak 2 kali pagi dan sore hari, pagi hari penyiraman dilakukan pada pukul 08.00-10.00 WIB dan sore pukul 16.00-17.00 WIB. Penyirangan terhadap tanaman pengganggu dilakukan setiap kali gulma tumbuh pada media tanam.

Pengukuran Faktor Lingkungan

Faktor lingkungan yang diukur yaitu, suhu udara, suhu tanah, dan kelembaban tanah dilakukan setiap minggu.

Parameter Pengamatan

Persentase Kecepatan Tumbuh (KcT)

Persentase kecepatan tumbuh yaitu banyaknya kecambah dalam keadaan baik yang tumbuh dari minggu pertama hingga hari terakhir pengamatan Menurut ISTA (*Internasional Seed Testing Association*) kecepatan tumbuh dihitung dengan rumus:

$$KcT (\%) = \frac{N_1T_1 + N_2T_2 + \dots + N_xT_x}{\text{Jumlah total yang berkecambah}} \times 100\%$$

Keterangan :

N= Jumlah benih yang berkecambah pada satuan waktu pengamatan.

T= Menunjukkan jumlah waktu antara awal pengujian sampai dengan akhir interval waktu suatu pengamatan. (ISTA, 1996 dalam Hedty, 2014).

Persentase Daya Kecambah

Persentase daya kecambah yaitu kemampuan benih tumbuh normal menjadi tanaman yang berproduksi dihitung pada hari ke-28. Menurut ketentuan ISTA persentase daya kecambah dihitung dengan menggunakan rumus:

$$DK (\%) = \frac{\text{Berat kecambah normal telah dibuang kotiledonnya}}{\text{Jumlah biji yang dikecambahkan}} \times 100\%$$

(ISTA, 1996 dalam Hedty, 2014).

Persentase Perkecambahan

Persentase perkecambahan yaitu kemampuan biji untuk menghasilkan kecambah dalam kondisi baik dalam jangka waktu yang ditetapkan (Sutopo, 2002). Menurut ISTA (*Internasional Seed Testing Association*) pengamatan persentase kecambah dilakukan pada hari ke-14 (Pengamatan pertama) dan hari ke-28 (Pengamatan kedua). Pengukuran persentase perkecambahan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$\text{Persentase Perkecambahan (\%)} = \frac{\text{Jumlah kecambah normal}}{\text{Jumlah biji yang dikecambahkan}} \times 100\%$$

(ISTA, 1996 dalam Hedty, 2014)

Analisis Data

Analisis data yang digunakan pada penelitian ini untuk melihat daya perkecambahan dan kecepatan tumbuh dengan menggunakan ANAVA (*Analysis of Variance*) dua jalur dengan program SPSS 18 dan uji lanjut menggunakan uji Duncan dengan selang kepercayaan 5% (Pramesti, 2011).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil

Persentase Kecepatan Tumbuh

Persentase kecepatan tumbuh tanaman kopi arabika (*C. arabika* L.) pada perlakuan H₂SO₄ tunggal berbeda nyata ($F_{24,50}=13,075$, $p=0,000$; ANAVA), sedangkan perlakuan GA₃ tunggal dan kombinasi antara perlakuan H₂SO₄ dan GA₃ tidak berpengaruh nyata ($F_{24,50}=1,014$, $p=0,409$; ANAVA); ($F_{24,50}=1,517$, $p=0,131$; ANAVA) (Lampiran 1).

Tabel 1 Persentase Kecepatan Tumbuh (%) Kopi Arabika (*C. arabika* L.) dengan Pemberian H₂SO₄ pada 90 Hari Setelah Tanam

Konsentrasi H ₂ SO ₄ (%)	Kecepatan Tumbuh (%)
A0 (0)	33,84 ^a
A1 (5)	38,95 ^a
A2 (10)	57,18 ^b
A3 (15)	57,55 ^b
A4 (20)	55,69 ^b

Keterangan: Angka-angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom menunjukkan hasil yang tidak berbeda nyata menurut uji Duncan dengan taraf 5%.

Berdasarkan Tabel 1 terlihat bahwa persentase kecepatan tumbuh biji kopi arabika (*C. arabika* L.) yang diberi perlakuan 0% dan H₂SO₄ 5 % tidak berbeda nyata, tetapi berbeda nyata terhadap perlakuan H₂SO₄ 10%, 15% dan 20%. Persentase daya kecambah tertinggi pada perlakuan H₂SO₄ 15% dengan rerata 57,55 %.

Persentase Daya Kecambah

Berdasarkan hasil analisis statistik persentase daya kecambah kopi arabika (*C. arabika* L.), menunjukkan perlakuan H₂SO₄ tunggal dan kombinasi antara perlakuan H₂SO₄ dan GA₃ berbeda nyata ($F_{24,50}=7,756$, $p=0,000$; ANAVA); ($F_{24,50}=1,927$, $p=0,040$; ANAVA), sedangkan pemberian GA₃ tunggal tidak berbeda nyata ($F_{24,50}=0,728$, $p=0,577$; ANAVA) (Lampiran 2).

Tabel 2 Persentase Daya Kecambah (%) Kopi Arabika (*C. arabika* L.) dengan pemberian H₂SO₄ pada 90 Hari Setelah Tanam

Konsentrasi H ₂ SO ₄ (%)	Daya Kecambah (%)
A0 (0)	3,08 ^a
A1 (5)	2,65 ^a
A2 (10)	4,20 ^b
A3 (15)	4,41 ^b
A4 (20)	4,65 ^b

Keterangan: Angka-angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom menunjukkan hasil yang tidak berbeda nyata menurut uji Duncan dengan taraf 5%.

Berdasarkan Tabel 2 persentase daya kecambah biji kopi arabika (*C. arabika* L.) yang diberi perlakuan 0% dan H₂SO₄ 5% tidak berbeda nyata, tetapi berbeda nyata dengan perlakuan H₂SO₄ 10%, 15% dan 20%. Persentase daya kecambah tertinggi pada perlakuan H₂SO₄ 20% dengan rerata 4,65 %.

Tabel 3 Rerata Persentase Daya Kecambah (%) Kopi Arabika (*C. arabika* L.) dengan Pemberian H₂SO₄ dan GA₃ pada 90 Hari Setelah Tanam

Konsentrasi H ₂ SO ₄ (%)	Konsentrasi GA ₃ (ppm)				
	B0 (0)	B1 (20)	B2 (40)	B3 (60)	B4 (80)
A0 (0)	5,67 ^a	16,33 ^b	3,67 ^a	20,33 ^b	14 ^{ab}
A1 (5)	6,33 ^a	7,33 ^a	4 ^a	6,67 ^a	8,67 ^a
A2 (10)	15,33 ^b	19 ^b	38 ^c	15,33 ^b	13,66 ^{ab}
A3 (15)	7,33 ^a	13,33 ^{ab}	21,33 ^c	32 ^c	24 ^c
A4 (20)	33,33 ^c	24,33 ^c	24,33 ^c	14 ^{ab}	19 ^b

Keterangan: Angka-angka yang diikuti oleh huruf sama pada kolom yang sama tidak berbeda nyata menurut uji Duncan dengan taraf 5%

Persentase daya kecambah kopi arabika (*C. arabika* L.) pada perlakuan kombinasi H₂SO₄ 10 % dan GA₃ 40 ppm tertinggi dengan persentase 38 % (Tabel 3)

Persentase Perkecambahan

Persentase perkecambahan kopi arabika (*C. arabika* L.) menunjukkan kombinasi perlakuan H₂SO₄ dan GA₃ dengan rerata persentase perkecambahan 33,33% - 100%.

Tabel 4 Rerata Persentase Perkecambahan (%) Kopi Arabika (*C. arabika* L.) dengan Pemberian asam sulfat (H₂SO₄) dangiberelin (GA₃)

Konsentrasi H ₂ SO ₄ (%)	Konsentrasi GA ₃ (ppm)				
	B0 (0)	B1 (20)	B2 (40)	B3 (60)	B4 (80)
A0 (0)	33,33	100	100	100	100
A1 (5)	100	66,67	66,67	66,67	66,67
A2 (10)	100	100	100	66,67	66,67
A3 (15)	100	100	100	100	100
A4 (20)	100	100	100	100	100

Pembahasan

Perlakuan H₂SO₄ konsentrasi 10%, 15% dan 20% memberikan hasil kecepatan tumbuh dan daya kecambah berdasarkan uji statistik tidak berbeda nyata (Tabel 1 dan 2). Konsentrasi H₂SO₄ 10% sudah mampu melunakkan kulit biji menyebabkan proses imbibisi berlangsung baik, sehingga kopi arabika (*C. arabika* L.) tumbuh lebih cepat. H₂SO₄ pada konsentrasi yang sesuai dapat melunakkan lapisan lilin pada kulit biji yang keras dan tebal (Nugroho, 2015). Hasil penelitian Hedty (2014) menunjukkan pemberian H₂SO₄ 20% pada biji kopi arabika (*C. arabika* L.) mampu

melunakkan kulit biji menghasilkan kecepatan tumbuh 41,65%.

Kulit biji yang keras memiliki permeabilitas rendah untuk menyerap air dan oksigen, sehingga menghambat perkecambahan biji kopi arabika (*C. arabika* L.). H₂SO₄ dapat menguraikan komponen dinding sel pada biji, sehingga dinding sel lebih permeabel dan proses penyerapan air pada biji berlangsung dengan baik (Suyatmi, 2008). Dinding sel tersusun atas mikrofibril selulosa yang terdiri dari polisakarida. Perlakuan H₂SO₄ dapat memutuskan ikatan mikrofibril selulosa menyebabkan dinding sel lebih permeabel, sehingga air dan oksigen mudah masuk ke dalam sel biji. Air dan oksigen yang masuk ke dalam sel biji dibutuhkan untuk respirasi embrio pada biji (Wareing dan Philips, 1989; Sumanto dan Sriwahyuni, 1993).

Pemberian GA₃ tunggal tidak berpengaruh nyata pada parameter kecepatan tumbuh dan daya kecambah kopi arabika (*C. arabika* L.). GA₃ tunggal tidak dapat melunakkan kulit biji sehingga proses imbibisi menjadi terhambat. Terhambatnya proses imbibisi akan mempengaruhi metabolisme pada biji. GA₃ hanya mempengaruhi pertumbuhan kecambah yang berperan dalam pemanjangan, pembelahan dan pemacu metabolisme sel (Murni *et al.*, 2008). Hasil penelitian Rusmin *et al.*, (2011) menunjukkan GA₃ tunggal dapat mempercepat perkecambahan biji purwoceng (*Pimpinella pruatjan* Molk.) sebesar 1,70 % tetapi harus menggunakan konsentrasi tinggi yaitu 400 ppm.

Persentase daya kecambah biji kopi arabika (*C. arabika* L.) tertinggi pada perlakuan kombinasi antara H₂SO₄ 10% dan GA₃ 40 ppm sebesar 38 % (Tabel 3). Kombinasi H₂SO₄ dan GA₃ pada konsentrasi tersebut menyebabkan proses imbibisi berlangsung baik dan adanya penyerapan air membantu proses hidrolisis cadangan makanan pada biji kopi arabika (*C. arabika* L.). Menurut Sutopo (2004) ketika ketersediaan air pada biji telah terpenuhi maka terjadi hidrolisis cadangan makanan menjadi molekul kecil kemudian ditranslokasikan ketitik tumbuh.

Pemberian GA₃ pada perlakuan berperan dalam mensintesis enzim α -amilase pada endosperm biji untuk perombakan pati menjadi glukosa sehingga lebih mudah diserap oleh embrio (Gardner, 1991). Menurut Salisbury dan Ross (1995) proses perombakan pati menghasilkan energi yang

digunakan untuk pembesaran dan pemanjangan sel. Pengaruh GA₃ terhadap pertumbuhan vegetatif yaitu merangsang pembelahan sel pada daerah meristem batang dan apeks pucuk tunas lateral (Asra, 2014).

Pertumbuhan kecambah kopi arabika (*C. arabika* L.) dipengaruhi oleh perimbangan zpt eksogen yaitu GA₃ dengan zpt endogen yaitu asam absisat (ABA) yang terdapat didalam biji. Pemberian GA₃ eksogen pada biji yang berkecambah dapat menekan aktivitas ABA. Menurut Esmaeili (2009) proses perkecambahan biji ditentukan oleh keseimbangan antara promotor dan inhibitor perkecambahan terutama GA₃ dan ABA. GA₃ eksogen selain dapat menekan konsentrasi asam ABA juga berfungsi untuk pembelahan dan pemanjangan sel seperti mempercepat pemanjangan radikula dan plumula pada biji berkecambah. Pemberian GA₃ pada biji berkecambah akan merangsang terbentuknya radikula dan plumula lebih cepat (Salisbury dan Ross, 1995).

Proses perkecambahan biji kopi arabika (*C. arabika* L.) dipengaruhi oleh banyak faktor, diantaranya genetik dan faktor lingkungan. Faktor genetik yang berpengaruh yaitu ketebalan kulit biji dan faktor lingkungan yaitu suhu, kelembaban dan pH (Sadjad *et al.*, 1975). Selama penelitian terdapat satu biji kopi arabika (*C. arabika* L.) tidak berkecambah yang disebabkan biji mengalami kekeringan, hal ini diduga embrio pada biji belum matang. Pengukuran suhu udara selama pengamatan dengan rerata 31,5°C, suhu tanah 31,75°C, kelembaban dengan rerata 78,58% dan pH tanah 5,6. Menurut Najiyanti dan Danarti (1997) perkecambahan kopi arabika (*C. arabika* L.) suhu optimal udara 16-24°C dan pH 5,5- 6. Berdasarkan penelitian rerata suhu udara 31,5°C masih mampu untuk perkecambahan kopi arabika (*C. arabika* L.). Pengukuran pH berperan untuk mengetahui kandungan unsur yang terdapat didalam tanah, pH pada saat penelitian sudah mendukung tersedianya nutrisi yang cukup untuk proses perkecambahan kopi arabika (*C. arabika* L.).

DAFTAR PUSTAKA

Asra, R, 2014, Pengaruh Hormon Giberelin (GA₃) Terhadap Daya Kecambah dan Vigoritas *Calopogonium caeruleum*. *Biospecies* . vol.7, no.1

- Dinas Perkebunan (Disbun), 2014, *Pemerintah Provinsi Kalimantan Barat Perkebunan dalam Angka Tahun 2013*, Pontianak
- Dodo, Wawaningrum, H, & Putri, WU, 2009, *Perkecambahan Biji Merbau (Instia bijuga (COLEBR) O. Kunze) Berdasarkan Lama Perendaman Biji Dalam H₂SO₄*, Penelitian Hayati, Pusat Konservasi Tumbuhan Kebun Raya Bogor. Bogor
- Esmaeili, M, 2009, Ecology of Seed Dormancy and Germination of *Carex divisa* Huds Effects of Stratification Temperature and Salinity, *International Journal of Plant Production*, New York
- Gardner, FP, Pearce, RB,& Mitchell, RL, 1991, *Fisiologi Tanaman Budidaya*, Penerbit UI-Press, Jakarta
- Hedty, Mukarlina, & Turnip, M, 2014, 'Pemberian H₂SO₄ dan Air Kelapa pada Uji Viabilitas Biji Kopi Arabika (*Coffea arabika* L.)', *Protobiont*, vol. 3, no. 1, hal. 7-11
- Indrianto, A, 1990, *Kultur Jaringan Tumbuhan*, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta
- ISTA (International Seed Testing Association), 1996, *International rules for seed testing*, Supplement, Seed Sci & Technol, vol. 24, International seed Testing Association
- Lensari, D, 2009, *Pengaruh Pematahan Dormansi Biji Terhadap Kemampuan Perkecambahan Benih Angsana (Pterocarpus indicus Will)*, Skripsi, Fakultas Kehutanan, Institut Pertanian Bogor
- Muljana, W, 1983, *Bercocok Tanam Kopi*, Aneka Ilmu, Semarang
- Murni, P, Harjono, DP,& Harlis, 2008, 'Pengaruh Asam Giberelat (GA₃) Terhadap Perkecambahan dan Pertumbuhan Vegetatif Duku (*Lansium dooko* Giff)', *Biospecies*, vol.1, no. 2, hal. 63-66
- Najiyanti, S, & Danarti, 1997, *Budi Daya Kopi dan Pengolahan Pasca Panen*, Penebar Swadaya, Jakarta
- Nugroho, TA, & Salamah, Z, 2015, 'Pengaruh Lama Perendaman dan Konsentrasi Asam Sulfat (H₂SO₄) terhadap Perkecambahan Biji Sengon Laut (*Paraserianthes falcataria*) sebagai Materi Pembelajaran Biologi SMA Kelas XII untuk Menvapai K.D 3.1 Kurikulum 2013', *Jupemasi-pbio*, vol.2, no.1, hal.230-236
- Pramesti, G, 2011, *SPSS 18,0 dalam Rancangan Percobaan*, PT.Elex Media Komputindo, Jakarta
- Rusmin, D, Faiza, CS. & Ireng, D, 2011, Pengaruh Pemberian GA₃ pada Berbagai Konsentrasi dan Lama Imbibisi Terhadap Peningkatan

Protobiont

2016

Vol. (-) : -

Viabilitas Benih Purwoceng (*Pimpinella pruatjan* Molke), Jurnal *Littri*, no.3, hal.89-94

Sadjad, S, Hari, S, Sri, SH, Jusup, S, Sugiharsono, & Sudarsono, 1975, *Dasar-Dasar Teknologi Benih*, Biro Penataran, Institut Pertanian Bogor, Bogor

Salisbury, FB, & Ross, CW, 1995, *Fisiologi Tumbuhan Jilid II*, Terjemahan Oleh Lukman R, dan Sumaryono, ITB, Bandung

Sumanto & Sriwahyuni, 1993, *Pengembangan Benih Terhadap Perlakuan Perkecambahan*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanaman Industri.

Sutopo, L, 2004, *Teknologi Benih*, Raja Grafindo Persada, Jakarta

Suyatmi, Endah, DH, & Darmanti, S, 2008, 'Pengaruh Lama Perendaman dan Konsentrasi asam sulfat (H_2SO_4) terhadap perkecambahan benih jati (*Tectona grandis* Linn. F)', Jurnal Departemen Kehutanan, hal. 28-36

Wareing, PF, & Philips, ID, 1989, *Growth and Defferentiation Plants*, 3rd edition, Pergaman Press, Chicago